

مقاله مروری

بررسی آرسنیک در منابع آب زیر زمینی در ایران

مقداد پیرصاحب^۱، راضیه خاموطیان^۲، حشمت اله محمدی^۳، عبدالله درگاهی^{۴*}

۱ - گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۲. واحد پژوهش، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۳. دانشکده بهداشت، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

۴*. دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان، پارس آباد مغان

چکیده

مقدمه: امروزه آلودگی منابع آب به آرسنیک یکی از مهم ترین خطراتی است که اکوسیستم های طبیعی و سلامت انسان را تهدید می کند. بطوری که در قاره آسیا مسمومیت مزمن با آرسنیک در حال تبدیل شدن به یک اپیدمی اضطراری است و بیش از ۱۰۰ میلیون نفر در معرض مواجهه با آبهای زیرزمینی باغلظت بالای آرسنیک هستند. با توجه به اهمیت ویژه آرسنیک و تاثیر مخربی که بر محیط زیست و سلامت انسان دارد، هدف از مطالعه حاضر مروری بر مطالعات گذشته در خصوص وضعیت منابع آبهای زیرزمینی ایران از نظر غلظت آرسنیک در یک دوره ۸ ساله می باشد، تا بدین ترتیب با داشتن اطلاعات منسجم در این زمینه، اولین گام در جهت اقدامات مدیریتی و حل مسائل بهداشتی برداشته شود.

روش کار: مطالعه حاضر از نوع مرور سیستماتیک است که به منظور بررسی غلظت فلزات سنگین در منابع زیرزمینی صورت گرفته است که در آن مقالات مرتبط با موضوع از پایگاه های داخلی و خارجی از قبیل ISI، Scopus، Google Scholar و SID، Iran Medex و Web of Knowledge با استفاده از کلیدواژه های آرسنیک، فلزات سنگین، آب زیر زمینی و ایران در دوره زمانی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج: از ۳۴۵ مقاله دریافتی با کلید واژه های وارد شده تعداد ۱۷ مقاله ارتباط موضوعی قویتری با مطالعه داشت و در تجزیه تحلیل وارد شدند. نتایج نشان داد که در حدود ۵۰٪ از مناطق بررسی شده غلظت آرسنیک در منابع زیرزمینی بیش از استاندارد و حتی چندین برابر استاندارد بود. آلوده ترین مناطق مربوط به روستاهای استان های کردستان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان گزارش شده است. تقریباً در همه مطالعات صورت گرفته عوامل طبیعی (ژئوژنیک) همچون وجود معادن زرنیخ، فعالیت های زمین گرایی و معدن کاری وجود معادن مس از دلایل اصلی بالا بودن میزان آرسنیک در آبهای زیرزمینی می باشد.

نتیجه گیری: براساس بررسی های به عمل آمده حضور آرسنیک در برخی از روستاهای کشور می تواند یک مشکل جدی باشد. باتوجه به عوارض بهداشتی ناشی از مصرف آب آلوده به آرسنیک پیشنهاد می شود کلیه منابع آب شرب کشور حداقل یکبار در سال از نظر حضور آرسنیک پایش شود و در صورت آلودگی بالا اقدامات اساسی برای تصفیه آب آلوده یا جایگزینی آن صورت گیرد.

کلید واژه ها: آرسنیک، فلزات سنگین، آب زیر زمینی، ایران

مقدمه

آرسنیک شبه فلزی است که معمولاً در همه جای پوسته زمین یافت می‌شود. مواجهه انسان با آرسنیک غیر آلی عمدتاً از طریق مصرف آب شرب است که به صورت طبیعی با آرسنیک آلوده شده باشد^(۱). امروزه در بسیاری از کشورهای جهان، مواجهه با غلظت‌های بالای آرسنیک غیر آلی یک نگرانی عمده محسوب می‌شود^(۲). در قاره‌ی آسیا مسمومیت مزمن با آرسنیک در حال تبدیل شدن به یک اپیدمی اضطراری است و بیش از ۱۰۰ میلیون نفر در معرض مواجهه با آب‌های زیرزمینی با غلظت بالای آرسنیک هستند^(۳). به طور مثال در بنگلادش بیش از ۵۰ میلیون نفر از منابع آب آشامیدنی استفاده می‌کنند که مقدار آرسنیک آن بیش از رهنمود سازمان بهداشت جهانی (۱۰ میکروگرم بر لیتر) است^(۴). در ایالات متحده بیش از ۲/۵ میلیون نفر در معرض غلظت بالای ۲۵ میکروگرم در لیتر آرسنیک هستند^(۵). اولین مورد آلودگی به آرسنیک در سال ۱۹۶۸ در تایوان گزارش شد که باعث سرطان پوست و سرطان اندام‌های ترشحی بدن و بیماری شاخی شدن پوست شد^(۶). غلظت آرسنیک در آب‌های طبیعی بسیار متفاوت بوده و از کمتر از ۵٪ تا بیش از ۵۰۰۰ میکروگرم در لیتر متغیر می‌باشد^(۱). هوازدگی سنگ‌ها، سولفید آرسنیک را به تری اکسید آرسنیک تبدیل کرده

و موجب وارد شدن آرسنیک به چرخه آب‌ها می‌شود^(۷). غلظت‌های بیش از حد مجاز آرسنیک به عنوان عامل سرطان زا و جهش زا شناخته شده است^(۸). به طور مثال در منطقه Chile به دلیل بالا بودن سطح آرسنیک در آب آشامیدنی مرگ و میر کودکان در اثر سرطان کبد خیلی سریع‌تر از مورد انتظار ظاهر شد^(۹). آرسنیکوز یکی از جدی‌ترین بیماری‌های زیست محیطی ناشی از ماده شیمیایی است که جمعیت زیادی را در سراسر جهان درگیر کرده است^(۱۰، ۱۱). مواجهه طولانی مدت انسان با غلظت‌های بالای آرسنیک در آب آشامیدنی منجر به زخم‌های پوستی^(۱۲، ۱۳) بیماری‌های عروقی^(۱۴) فشار خون^(۳)، بیماری پای سیاه و انواع سرطان^(۱۵) می‌شود. شایع‌ترین گونه‌های آرسنیک در طبیعت به شکل آرسنات ($As+5$) و آرسنیت ($As+3$) است^(۱۶). بر اساس EPA و IARC آرسنیک از نظر سرطان زایی در گروه یک طبقه بندی شده است^(۱۷، ۱۸). در سال ۲۰۰۶ حداکثر غلظت آرسنیک قابل قبول در آب شرب توسط آژانس حفاظت از محیط (EPA) 10 میکروگرم در لیتر گزارش گردید^(۱۹). در سال ۲۰۰۷ جوهانا و همکاران آرسنیک را در ۳۷۰۰ کیلومترمربع منابع آب شرب زیرزمینی بنگلادش را مورد آزمایش قرار داده که ۴۸ درصد نمونه‌ها بالاتر از ۱۰ میکروگرم در لیتر بود^(۲۰).

آرسنیک آب‌های شرب ایران به استناد مطالعاتی است که تاکنون توسط محققین کشور صورت گرفته است.

روش بررسی

برای دسترسی به مقالات مورد استفاده از پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی از جمله ایران مدکس (Iran Medex)، SID، و ایران داک (Iran doc) و همچنین از پایگاه‌های اطلاعاتی خارجی از جمله ISI، Scopus، ISI، Web of Knowledge، Google scholar، Elserv و Pubmed استفاده گردیده است. جهت جستجو از کلید واژه‌های فلزات سنگین، آب‌های زیرزمینی، ایران، آرسنیک، آب سطحی Heavy metal، ground water، surface water، water resource و Iran استفاده شد. مقالات مربوط به سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۱ می‌باشد. از ۳۴۵ مقاله دریافتی با کلید واژه‌های وارد شده تعداد ۱۷ مقاله ارتباط موضوعی قوی‌تری با مطالعه داشت و در تجزیه تحلیل وارد شدند.

یافته‌ها

در جدول ۱ غلظت آرسنیک در نقاط مختلف آب زیرزمینی در ایران (میکروگرم بر لیتر) آورده شده است.

علاوه بر آن اخیراً غلظت‌های بالاتر از حد مجاز به ویژه در آب‌های زیرزمینی نواحی آرژانتین، منطقه Chile، مکزیک، ویتنام و بنگال جنوبی (هند) گزارش شده است^(۱، ۲۱). کود یکی از منابع آلاینده فلزات سنگین از جمله Pb، Cd، AS برای خاک و آب زیرزمینی می‌باشد^(۲۲). به دلیل افزایش مصرف کودهای فسفاته سالانه به طور متوسط ۳ گرم در هکتار آرسنیک در خاک یافت می‌شود^(۲۳). دفع زباله‌های شهری و صنعتی، گازهای خروجی خودرو، فعالیت‌های معادن و شیوه‌های کشاورزی از دیگر منابع آلوده کننده هستند که منجر به تجمع فلزات در خاک می‌شوند^(۲۴). در ایران نیز مطالعات انجام شده نشان داده است که در برخی از نقاط کشور غلظت آرسنیک تا چندین برابر استاندارد زیست محیطی رسیده است. به طور مثال مطالعه مسافری و همکاران ۱۳۸۶ شیوع بالای ضایعات پوستی و آرسنیکوزیس در افراد ساکن در روستای قوپوز با مصرف آرسنیک بالا را تایید کرده‌اند. با این حال در داخل کشور هنوز آمار دقیقی از نظر جمعیت مورد مواجهه با آرسنیک از طریق آب شرب وجود ندارد. که دلیل آن عدم پایش گسترده منابع آب شرب کشور از نظر مقدار آرسنیک می باشد. هدف از این مطالعه بررسی وضعیت

جدول ۱- غلظت آرسنیک در منابع آب زیرزمینی در ایران (میکروگرم بر لیتر)

فصل نامه ی علمی- دانشجویی "کادوسه"

دوره ی دوم، شماره ی سه، پائیز ۱۳۹۱

ردیف	رفرنس	محل مطالعه	میانگین غلظت آرسنیک	دامنه غلظت آرسنیک	زمان	روش اندازه گیری	علت آلودگی
۱	مسافری و همکاران ۱۳۸۴ (۲۵)	روستاهای شهرستان بیجار استان کردستان			تیرماه ۱۳۸۲	EZ Arsenic test kit	کیفیت و زمین شناختی منطقه (ژئوتکنیک)
		ابراهیم آباد	۷۵				
		بابانظر	۱۷۵				
		باشوکی	۱۷۵				
		علی آباد	۳۵				
		گوندک	۵۰۰				
		قشلاق لو	۰				
		قشلاق نوروز	۷۵				
۲	مسافری و همکاران ۱۳۸۶ (۲۶)	روستاهای شهرستان هشتروند استان آذربایجان شرقی			۱۳۸۵	ICP	کیفیت و زمین شناختی منطقه (ژئوتکنیک)
		آب چشمه یوغاری بلاغ	۳۸۵				
		روستای قوپوز لوله بلاغ	۲۵۰۰				
		آب لوله کشی	۱۲۵۰				
۳	رجایی و همکاران ۱۳۹۰ (۲۷)	شهرستان علی آباد کتول	۲/۲		پاییز ۱۳۸۸	اسپکتروفتومتری جذب اتمی مدل Thermo) Model 97 (GFS	
			۹		بهار ۱۳۸۹		
۴	سلمانی و همکاران ۱۳۸۹ (۲۸)	شبکه آب آشامیدنی یزد شهرک صنعتی	۲/۸۸		شهریور ۱۳۸۶	جذب اتمی مجهز به کوره گرافیکی	
			۶/۷۶				
۵	مسافری و همکاران ۱۳۸۸ (۲۹)	شهرستان چاراویماق آذربایجان شرقی ۱۶۹ روستا			مرداد ۸۶- خرداد ۸۷	EZ Arsenic test kit	کیفیت و زمین شناختی منطقه (ژئوتکنیک)
			۰				

فصل نامه ی علمی- دانشجویی "کادوسه"

دوره ی دوم، شماره ی سه، پائیز ۱۳۹۱

				۱۰-۵۰	۳۳ روستا		
				۵۰ - ۷۵	۵ روستا		
				بیشتر از ۵۰۰	۳ روستا		
کیفیت و زمین شناختی منطقه (ژئوژنیک)	ICP			۰	۱۵۰ روستا	مسافری و همکاران ۱۳۸۷ (۳۰)	۶
				۰-۳۵	۴۱ روستا		
				۳۵-۷۵	۶ روستا		
				۷۵-۱۷۵	۱ روستا		
				۱۷۵-۵۰۰	۱ روستا		
				بیش از ۵۰۰	۱ روستا		
	ICP	اردیبهشت ۸۸ لغایت اسفند ۸۸	۰ - ۹/۱۷	۳/۱۳	۲۰ نمونه از ۵ حلقه چاه مورد شرب شهر الشتر	کرباسی و همکاران ۱۳۸۸ (۳۱)	۷
	ICP-OES	بهار - تابستان ۱۳۸۹		۰	قائم شهر	بوداگی و همکاران ۱۳۸۹ (۳۲)	۸
فعالیت‌های معدن کاری و رهاسازی دیپوی باطله در حریم آبراهه‌های اصلی	ICP-MS	۱۳۸۹	۱۲۶ - ۲۲۶		منطقه چشمه ۷ نمونه از روستای حسن آباد	قاسم زاده و همکاران ۱۳۸۹ (۳۳)	۹
	ICP-MS	۱۳۸۹		۶/۵	۷ نمونه از روستای ارغش	زرد نیشابور ۱۳۸۹ (۳۴)	۱۰
	ICP	۱۳۹۰		۲/۸	روستای فخرآباد	کرباسی و همکاران ۱۳۹۰	۱۱
جذب اتمی		پاییز ۱۳۸۴		۱۵/۶۵	منطقه کوسرخ کاشمر ۹ ایستگاه نمونه برداری	بابایی و همکاران ۱۳۸۴ (۳۴)	
		زمستان ۱۳۸۴		۵۲/۹۳			
		بهار ۱۳۸۵		۱۳/۶۳			
		تابستان ۱۳۸۵		۷/۸۴			

۱۲	ندیری و همکاران ۱۳۸۸ (۳۵)	۱۴۱ نمونه از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، مخزن سد و خروجی سد سهند تبریز	۱۷۰/۶۸	۰-۱۴۴۰	از سال ۱۳۸۸-۱۳۸۱	ICP	کیفیت و زمین شناختی منطقه (ژئوتکنیک)
۱۳	کرمانی و همکاران ۱۳۸۷ (۳۶)	کرمان شمال معدن	۲۲۰/۷		۱۳۸۶	ICP	
			۳۷۴/۲		۱۳۸۶		
۱۴	پیرصاحب و همکاران ۱۳۹۰ (۳۷)	کرمانشاه آب چاه ۱۰۹ نمونه	۰/۹۹	۰-۹/۳	۱۳۹۰	جذب اتمی	
			۰/۳۲	۰/۰۳-۳/۸۴			
			۰/۳۲۸	۰/۰۳-۴/۱۲			
۱۵	رجایی و همکاران ۱۳۸۹ (۳۸)	سیستان و بلوچستان چاه نیمه ۱	۹/۵	۰/۷-۲۲/۴	بهار ۱۳۸۹	ICP-OEC	زمین شناسی منطقه و مصرف کودهای شیمیایی
			۶/۴	۳-۱۳/۲	بهار ۱۳۸۹		زمین شناسی منطقه و مصرف کودهای شیمیایی
			۲/۴	۰/۷-۴/۷	بهار ۱۳۸۹		
۱۶	دهقانی و همکاران ۱۳۸۹ (۳۹)	دشت انار کرمان ۲۱ حلقه چاه زیرزمینی		۱۰-۹۶	اسفند ۱۳۸۸	جذب اتمی	کیفیت و زمین شناختی و استفاده از آفت کشاها

آذربایجان شرقی: در مطالعه‌ای که روی منابع آب

بررسی غلظت آرسنیک در استان‌های کشور بر

شرب روستاها و بخش‌های شهرستان چارویماق استان

اساس مطالعات انجام شده:

آذربایجان شرقی در سال ۸۷-۱۳۸۶ توسط مسافری و

فصل نامه ی علمی- دانشجویی "کادوسه"

دوره ی دوم، شماره ی سه، پائیز ۱۳۹۱

همکاران انجام شد، تعداد ۲۱۰ روستا از نظر میزان آرسنیک در آب‌های زیرزمینی مورد ارزیابی قرار گرفت که در آنها دامنه غلظت آرسنیک ۰ تا ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. در آب شرب ۴۱ روستا آرسنیک وجود داشت. در ۳ روستای ماخله، بابونه و حمام غلظت آرسنیک بالاتر از ۵۰۰ میکروگرم بر لیتر قرار داشت که این میزان ۵۰ برابر رهنمود سازمان بهداشت جهانی بود. در ۳۸ روستا نیز غلظت‌های مشاهده شده در دامنه ۷۵ - ۱۰ میکروگرم بر لیتر مشاهده گردیده است. علت بالا بودن آرسنیک در این روستاها به دلیل ساختار و کیفیت زمین شناختی منطقه است^(۲۹). در مطالعه دیگری که بر روی منابع آب شرب روستای قوپوز آذربایجان شرقی در سال ۱۳۸۹ توسط مسافری و همکاران صورت گرفت، غلظت آرسنیک در چشمه‌های یوغاری بلاغ، لوله بلاغ و آب لوله کشی به ترتیب ۳۸۶، ۲۴۹۰ و ۱۲۵۰ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. در این مطالعه ارتباط بین غلظت آرسنیک با ضایعات پوستی، فشارخون، پیگمانتاسیون معنی دار بود. علت آلودگی بافت زمین شناسی منطقه بیان شده است^(۲۶، ۲۲). به منظور بررسی هیدرو شیمیایی منابع آبی منطقه سد سهند آذربایجان شرقی، ندیری و همکاران از اواسط سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۸ نمونه برداری از منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، مخزن سد و خروجی آن انجام داده‌اند، نتایج ۱۴۱ نمونه نشان می‌دهد که غلظت آرسنیک از

صفر تا ۱۴۴۰ میکروگرم در لیتر متغیر می‌باشد. علت مقادیر بالای آرسنیک در نتیجه وجود دو کانی راگار (دارای سولفید قرمز آرسنیک) و اورپیمنت (سولفید زرد رنگ آرسنیک) می‌باشد^(۳۵). در مطالعه دیگری که مسافری و همکاران در سال ۱۳۸۶ بر روی آب‌های زیرزمینی ۲۰۰ روستاهای شهرستان هشترود آذربایجان شرقی انجام دادند مشاهده گردید آب شرب ۵۰ روستا آلوده به آرسنیک می‌باشد. ۴۱ روستا مقادیر آرسنیک آن در محدوده ۳۵-۰ میکروگرم بر لیتر بود و در ۹ روستا آلودگی بالای ۵۰ میکروگرم بر لیتر به دست آمد. در روستای قوپوز میزان آرسنیک آب شرب نزدیک به ۲۰۰۰ میکروگرم بر لیتر گزارش گردیده است. وجود آرسنیک در اکثر منابع آب منطقه نشانگر آغستگی سازندهای زمین شناسی منطقه به آرسنیک است. منابع آبی که از بستر نهشته‌های رسوبی (کنگلومرا، ماسه سنگ و سیلت قرمز میوسین) سرچشمه می‌گیرند نسبت به منابع آبی که از نهشته‌های آذر آواری (مجموعه آتشفشانی سهند) خارج می‌شوند، میزان آرسنیک بالاتری دارند. منابع آب روستای قوپوز و آغچه کندی از نهشته‌های قرمز رنگ میوسین منشأ گرفته‌اند^(۲۶).

کردستان: در مطالعه‌ای که توسط مسافری بر روی منابع آب شرب ۴۴ روستای شهرستان بیجار استان کردستان در سال ۱۳۸۲ انجام شد نشان داد که در ۵

میکروگرم در لیتر می‌باشد که این میزان حدود ۲۲ برابر حد رهنمود WHO می‌باشد. علت آلودگی فعالیت‌های معدن کاری و رهاسازی دیوهای باطله در حریم آبراهه‌های اصلی اعلام گردیده است^(۳۲).

در مطالعه‌ای که سال ۸۵-۱۳۸۴ بابایی و همکاران بر روی آلودگی رودخانه چلیو منطقه کاشمر انجام دادند در تمام ۹ ایستگاه نمونه برداری در طول رودخانه آلودگی به آرسنیک وجود داشت. دامنه غلظت آرسنیک در فصل پاییز بین ۲۸/۸ - ۱۰ میکروگرم در لیتر بود و میانگین غلظت آرسنیک در فصل زمستان بیش از فصول دیگر بود. احتمال دارد این نوسانات متأثر از میزان بارش و نفوذ آب از لایه‌های زمین و فعالیت موجودات زنده در جذب آرسنیک باشد. منشا آلودگی هوازدگی و تغییرات حاصل از کانی‌های حاوی آرسنیک در منطقه می‌باشد. این لایه‌های آرسنیک در قسمت‌های بالای پوسته زمین بوده و آب با عبور از این مناطق آرسنیک را در خود حل می‌کند، هرچه از منبع آلودگی دورتر می‌شویم با تغییر شرایط، مقداری از آرسنیک محلول به شکل نامحلول درآمده و رسوب می‌کند^(۳۴).

کرمان: در مطالعه‌ای که در سال ۱۳۸۸ دهقانی و همکاران بر روی منابع آب زیرزمینی دشت انار کرمان انجام دادند از ۲۱ حلقه چاه مورد آزمایش دامنه غلظت

روستا میزان غلظت آرسنیک بالاتر از ۵۰ میکروگرم در لیتر بوده است. بالاترین میزان آرسنیک مربوط به روستای گوندک با غلظت ۴۲۲/۵ میکروگرم بر لیتر بود. در روستای ابراهیم آباد غلظت آرسنیک در فصل زمستان نسبت به تابستان افزایش داشت در حالی که در روستای قشلاق نوروز غلظت آرسنیک در زمستان به صفر رسیده است. در روستاهای دیگر غلظت آرسنیک بدون نوسان باقی‌مانده است. محقق میزان بارش و نفوذ آب از لایه‌های زمین را علت این نوسانات غلظت آرسنیک بیان کرده است. دامنه غلظت آرسنیک در منابع آبی این روستاها ۱۰/۴ - ۱۰/۷ میکروگرم در لیتر بوده است و کیفیت زمین شناختی منطقه دلیل آلودگی به آرسنیک اعلام شده است^(۳۵).

کرمانشاه: در مطالعه‌ای که بر روی آب شرب کرمانشاه در سال ۱۳۹۰ توسط پیر صاحب و همکاران صورت گرفت ۱۶۵ نمونه از آب چاه، مخزن و شبکه توزیع شهر کرمانشاه مورد آزمایش قرار گرفت که در آن‌ها دامنه غلظت آرسنیک ۹/۳ - ۰ میکروگرم در لیتر بدست آمد که مقادیر کمتر از حد استاندارد WHO می‌باشد^(۳۷).

خراسان: در مطالعه‌ای که قاسم زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹ بر روی آب زیرزمینی روستاهای حسن آباد وارغش منطقه چشمه زرد نیشابور انجام دادند نشان می‌دهد میزان آرسنیک روستای حسن آباد ۲۲۶-۱۲۶

آرسنیک ۹۶ - ۰ میکروگرم در لیتر به دست آمد. در این مطالعه بیشترین غلظت آرسنیک مربوط به بخش‌های جنوب و جنوب شرقی منطقه مورد مطالعه بود. که در این مناطق معادن مس قرار دارند. بر اساس شواهد، آرسنیک از رگه‌های سولفیدی این معادن آزاد گردیده و در جهت شیب آب زیر زیرزمینی به این نقاط راه یافته است. به نظر محقق استفاده از آفت کش‌های حاوی آرسنیک در باغ‌های پسته در آلودگی برخی نمونه‌های موجود در بخش میانی دشت انار نقش داشته است^(۳۹).

بحث و نتیجه گیری

سازمان بهداشت جهانی مهم‌ترین نارسایی قرن بیستم را عدم دسترسی همگان به آب آشامیدنی سالم عنوان کرده و مجمع عمومی سازمان ملل رسماً فاصله سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۵ را دهه بین‌المللی (آب برای زندگی) نام‌گذاری کرده است^(۴۰). تحقیقات به عمل آمده در دنیا نشان می‌دهد که غلظت‌های بالای آرسنیک عمده‌تاً به آب‌های زیرزمینی محدود می‌شوند. مطالعات انجام شده در ایران نشان می‌دهد که در حدود ۵۰٪ از موارد مورد مطالعه غلظت آرسنیک بیش از استاندارد EPA می‌باشد. حتی در مواردی غلظت آرسنیک در نمونه‌های مورد ارزیابی چندین برابر استاندارد می‌باشد (جدول ۱). تقریباً در همه مطالعات

صورت گرفته در ایران علت آلودگی به آرسنیک در آب زیرزمینی کشور مربوط به عوامل طبیعی (ژئوژنیک) مثل وجود معادن زرنیخ، مناطق ژئوترمال، فعالیت‌های زمین‌گرایی و معدن کاری، وجود کانی‌های راگار و اورپیمنت، نهشته‌های رسوبی می‌باشد.

مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر حاکی از آلودگی بالای آب‌های زیرزمینی بسیاری از مناطق ایران به آرسنیک می‌باشد. از جمله می‌توان به بخش‌هایی از کردستان، آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، خراسان رضوی، سیستان و بلوچستان اشاره کرد. به منظور شناسایی و پیشگیری از بروز عوارض آرسنیک، تعیین مقدار آرسنیک منابع آب پیش از اجرای هرگونه برنامه آبرسانی لازم و حیاتی است. گام اول ارزیابی آگاهی از گستردگی و شدت آلودگی به آرسنیک در آب است. در مناطقی که آلودگی وجود دارد از جایگزینی منبع تامین آب بایستی استفاده کرد. با توجه به عوارض بهداشتی ناشی از مصرف آب آلوده به آرسنیک پیشنهاد می‌شود کلیه منابع آب شرب کشور حداقل یک‌بار در سال از نظر حضور آرسنیک پایش شود. شناسایی آب‌های آلوده به آرسنیک و تهیه نقشه‌های پهنه بندی آلودگی AS در مناطق مختلف ایران (با استفاده از GIS) در جهت تأمین آب شرب سالم و همچنین در صورت آلودگی بالا تصفیه یا جایگزین کردن منبع آب از جمله پیشنهادهایی است که می‌توان در این زمینه ارائه داد.

منابع

1. Smedley P, Kinniburgh D. A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied geochemistry*. 2002;17(5):517-68.
2. Lyon. some drinking – water disinfection and contamination ,including arsenic .IARC monographs on the Evaluation of carcinogenic Risks to Humans. IARC press. 2004:512.
3. Chen C-J, Chiou H-Y, Chiang M-H, Lin L-J, Tai T-Y. Dose-response relationship between ischemic heart disease mortality and long-term arsenic exposure. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 1996;16(4):504-10.
4. Organization(WHO) WH. Arsenic in drinking water. Background Document for Preparation of WHO Guideline for Drinking water Quality Geneva 2003.
5. Nordstrom DK. Worldwide occurrences of arsenic in ground water. *Science(Washington)*. 2002;296(5576):2143-5.
6. Chakraborti A, Das D. Arsenic pollution and its environmental significance. *J Interacad*. 1997;1:262-76.
7. Mandal BK, Suzuki KT. Arsenic round the world: a review. *Talanta*. 2002;58(1):201-35.
8. Smith E, Naidu R, Alston AM. Arsenic in the soil environment: a review. *Advances in agronomy*. 1998;64:149-95.
9. Liaw J, Marshall G, Yuan Y, Ferreccio C, Steinmaus C, Smith AH. Increased childhood liver cancer mortality and arsenic in drinking water in northern Chile. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2008;17(8):1982-7.
10. organization Botwh. arsenic in drinking water world Health Organization (WHO) 2001 [cited 2013].
11. Sun G. Arsenic contamination and arsenicosis in China. *Toxicology and applied pharmacology*. 2004.۷۱-۲۶۸:(۳)۱۹۸;
12. Tondel M, Rahman M, Magnuson A, Chowdhury IA, Faruquee MH, Ahmad SA. The relationship of arsenic levels in drinking water and the prevalence rate of skin lesions in Bangladesh. *Environmental Health Perspectives*. 1999;107(9):727.
13. Tseng W-P. Effects and dose-response relationships of skin cancer and blackfoot disease with arsenic. *Environmental health perspectives*. 1977;19:109.
14. Engel RR, Hopenhayn-Rich C, Receveur O, Smith AH. Vascular effects of chronic arsenic exposure: a review. *Epidemiologic Reviews*. 1994;16(2):184-209.
15. Bates MN, Smith AH, Hopenhayn-Rich C. Arsenic ingestion and internal cancers: a review. *American Journal of Epidemiology*. 1992;135(5):462-76.
16. Nowak J, Kaklewski K, Klodka D. Influence of various concentrations of selenic acid (IV) on the activity of soil enzymes. *Science of the total environment*. 2002;291(1):105-10.

17. Wexler P. TOXNET: an evolving web resource for toxicology and environmental health information. *Toxicology*. 2001;157(1):3-10.
18. &Evaluation Is. IARC(international agency for reserch on cancer) international agency for reserch on cancer ,toxicological abbreviations,arsenic and arsenic compounds 2000.
19. Mosaferi M, Yunesion M, Mesdaghinia A, Naidu A, Nasser S, Mahvi A, et al., editors. Arsenic occurrence in drinking water of IR of Iran: the case of Kurdistan Province. Fate of arsenic in the environment Dhaka: BUET-UNU International Symposium, International Training Network Centre, Bangladesh University of Engineering and Technology ,United Nations University, Tokyo; 2003.
20. F A. Calculate the amount if heavy metals copper and cadmium and lead in surface water area. *Water Science and Technology*. 2006;1(75):98-105.
21. Garelick H, Jones H, Dybowska A, Valsami-Jones E. Arsenic pollution sources: Springer; 2008.
22. McCauley A, Jones C, Jacobsen J. Commercial fertilizers and soil amendmets. *Nutr Manage Module*. 2009;10:4449-10.
23. McBride MB, Spiers G. Trace element content of selected fertilizers and dairy manures as determined by ICP-MS. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2001;32(1-2):139-56.
24. Atafar Z, Mesdaghinia A, Nouri J, Homae M, Yunesian M, Ahmadimoghaddam M, et al. Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration. *Environmental monitoring and assessment*. 2010;160(1-4):83-9.
۲۵. م.ناصری منعمی. سنجش غلظت آرسنیک در آب آشامیدنی یک منطقه آلوده به آرسنیک از طریق راه اندازی روش آزمایشگاهی SDDC. مجله پژوهشی حکیم. ۱۳۸۴؛ دوره هشتم (شماره اول بهار): ص: ۵۱-۴۳.
۲۶. آذرفام پ محمدسزשپن. بررسی شیوع عوارض بهداشتی در روستای قوپوز آذربایجان شرقی وارتباط آن با سطح آرسنیک آب شرب. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران. ۱۳۸۶؛ دوره ۳ (شماره ۴): ۲۷-۱.
۲۷. رجایی ق، پورخباز ع، مطلق سح. ارزیابی ریسک سلامت فلزات سنگین منابع آب زیرزمینی دشت علی آبادکتول . مجله دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی. ۲۰۱۳؛ ۴(۲).
۲۸. سلمانی نم، ملک م، وکیلی م، متوسلیان م، دانشگاه عیشی. تعیین مقدار آرسنیک و کادمیوم در آب مصرفی شهر یزد با روش بهینه شده جذب اتمی کوره گرافیتی.
۲۹. محمدمسافری، پور ح، حسامحسینی ا، مهدی برقی، کردآباد ز، قدیرزاده ا. بررسی میزان آرسنیک در آب شرب: یک مطالعه موردی. (Iranian Journal of Health and Environment. 2008;1(1).
۳۰. حسین پور فیضی م، مسافری م، دستگیری س، کوشا ا، مرکز کمس N، گروه مبم، et al. بررسی آرسنیک در آب آشامیدنی: یک مطالعه موردی در استان آذربایجان شرقی.
۳۱. کرباسی، الهام، صارمی، خرازی قز، حسین. بررسی میزان غلظت عناصر سنگین در منابع تامین کننده آب شرب شهرستان الشتر در سال ۱۳۸۸. یافته. ۲۰۱۰؛ ۱۲(۱): ۰-.

۳۲. بوداچی ه، یونسیان م، محوی ا، محمدی م، دهقانی م، نظم آش. بررسی میزان آرسنیک، کادمیوم و سرب در خاک و آب زیرزمینی و ارتباط آن با کود شیمیایی در شهرستان قائم شهر (مطالعه موردی در منطقه کشاورزی وحدت) سال زراعی ۸۸-۸۹.
۳۳. زاده ق، فرشته زب، شفا رودی م، آزاده. اثرات زیست محیطی آرسنیک در منطقه چشمه زرد جنوب غربی نیشابور استان خراسان رضوی. بلور شناسی و کانی شناسی ایران. ۱۹؛۲۰۱۱.
۳۴. زاده ق، فرشته زب، زوار ا، محمدحسین. بررسی آلودگی آب های سطحی منطقه کوه سرخ کاشمر به آرسنیک. علوم و تکنولوژی محیط زیست. ۱۰؛۲۰۰۸.
۳۵. ندیری ع، اصغری ما، صادقی ف، آقایی ح، گروه زش، دانشگاه ت. بررسی آنومالی آرسنیک موجود در منابع آب سد سهند.
۳۶. ۳۶. کرمانی. آلودگی آرسنیک و دیگر فلزات سنگین در منابع آب منطقه میدوک. ۱۳۸۸.
37. Pirsahab M, Khosravi T, Sharafi K, Babajani L, Rezaei M. Measurement of Heavy Metals Concentration in Drinking Water from Source to Consumption Site in Kermanshah-Iran. World Applied Sciences Journal. 2013;21(3):416-23.
۳۸. رجایی ق، جهان تیغ ح، میر ع، حصاری مس، حسن پم، سابقه وه، et al. بررسی غلظت فلزات سنگین در مخازن آب چاه نیمه های استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۸۹.
۳۹. دهقانی مژ، نژاداع. آلودگی سفره آب زیرزمینی دشت انار به نیترات، سرب، آرسنیک و کادمیوم. محیط شناسی. ۱۰۰-۸۷:(۵۶)۳۶؛۲۰۱۱.
40. advocguide WHOW. World Water decade http://www.who.in/water_sanitation_health2005 [cited 2009].